

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-180618

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月7日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

F I

B 2 4 B 37/00

B 2 4 B 37/00

C

F

H 0 1 L 21/304

3 4 1

H 0 1 L 21/304

3 4 1 E

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平8-343567

(22) 出願日

平成 8 年(1996)12月24日

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 竹内 信吾

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

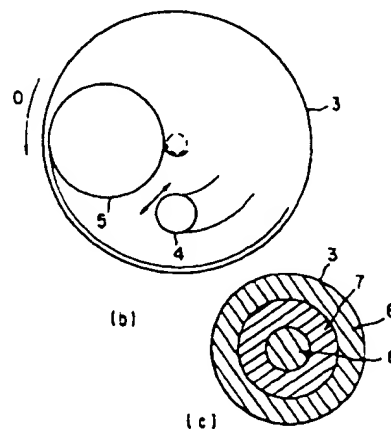
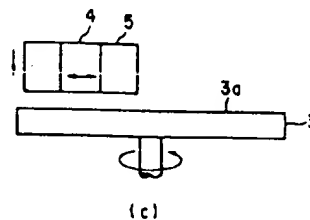
(74) 復代理人 弁理士 花輪 義男 (外1名)

(54) 【発明の名称】 CMP装置の研磨パッドの調整方法

(57) 【要約】

【課題】従来の研磨パッドの調整は、パッド面に単一的な表面荒れを形成していたため、半導体装置のデバイス面の凸凹に押し付けられたパッド面が削られ、平坦性がなくなり、表面荒れに研磨の能力の差が生じていた。

【解決手段】本発明は、研磨する半導体基板のデバイス面の膜厚分布を研磨前に測定し、その膜厚分布に対応して、硬度が異なる複数のダイヤモンド砥石を用いて、パッド面内を区分して表面荒れの粗さをそれぞれ調整し、パッド面内での研磨量を変化させることにより、研磨パッドの平坦性を維持させ、研磨される半導体基板のデバイス面の平坦化するCMP装置の研磨パッドの調整方法である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板の回路素子を形成するデバイス面を平坦化する化学的機械研磨（CMP）装置に用いる研磨パッドの研磨を行うパッド面の調整方法において、

前記研磨パッドのパッド面を研磨前のデバイス面の膜厚分布に応じて、該パッド面内を区分して、硬度の異なる複数の砥石で、該パッド面の表面荒れを異なる粗さにそれぞれ調整することを特徴とするCMP装置の研磨パッドの調整方法。

【請求項2】 前記CMP装置の研磨パッドの調整方法において、

前記デバイス面が平坦化されるまでの研磨量に比例して、そのデバイス面部分に押し付けるパッド面部分の表面荒れが粗くなるように調整することを特徴とする請求項1記載のCMP装置の研磨パッドの調整方法。

【請求項3】 前記CMP装置の研磨パッドの調整方法において、

硬度が異なる砥石を回転する研磨パッドの動径方向にそれぞれ配置して、前記パッド面に押し付け、パッド面を区分してそれぞれ研磨し、異なる粗さの表面荒れに調整することを特徴とする請求項1記載のCMP装置の研磨パッドの調整方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体デバイスの製造工程において、半導体基板表面の平坦化を行う化学的機械研磨（CMP：Chemical Mechanical Polishing）技術に係り、特にCMP装置における研磨パッドの調整方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、処理時間の高速化や微細化の要求に伴い半導体デバイスの回路素子は積み上げられて多層化し、配線層も多層化されている。

【0003】このような回路素子等の多層化は、半導体基板上で回路素子を形成した領域と未形成の領域との間に段差を生じさせ、さらに積み上げる毎にそれらの段差が加算される。この結果、上層側では、フォトリソグラフィ工程のマスク露光の際に、焦点深度を越えたり、エッチング困難な場合が生じる。さらに、例えばビアホールにメタル配線を形成した場合、段差によりビアホールの深さに違いが生じ、ビアホール抵抗のばらつきの原因にもなっている。

【0004】そこで、各層に回路素子を形成する際に、半導体基板表面の平坦化を図る技術が求められていた。

【0005】従来の平坦化技術としては、エッチバック技術やSOG（Spin On Glass）技術が知られている。これらの技術は、段差近傍のローカルな平坦化には有効であった。しかし、半導体デバイスの多層化や大型化が進むと半導体基板全体を平坦化する技術が必要である。

【0006】エッチバック技術による平坦化は、オーバーエッチングの管理が難しく、半導体基板のデバイス面全体を平坦化させるには、容易でなかった。さらに、層間絶縁膜のような同一材料が全表面を覆った面を平坦化するには問題がないが、例えばCu等を含む配線のようにエッチングされにくい部材を使用した配線等が含まれる構成であれば、エッチングにより平坦化することは難しい。

【0007】また、SOG技術においては、SOG膜をスピンコーティングして塗布し、段差の平坦化を実現していたが、SOG膜自体のクラック耐性が乏しく、半導体基板全体を平坦化させる膜厚までは形成できない問題があり、さらに塗布により平坦化させるためには、回路素子の表面形状や配置に工夫を施さねばなかった。このため、多層化された回路素子や多層化配線には、十分な平坦化を提供できる技術ではなくなった。

【0008】そこで新たな平坦化技術として、インゴットからスライスカットされたシリコンウエハの平面研磨を行うホリッシング研磨技術と化学研磨技術の特徴を併せ持たせ、半導体デバイスの平坦化に応用したCMP技術が注目されている。

【0009】このCMP技術は、図4に示すように、ホリッシング研磨における研磨剤として、アルミナやシリカ等の研磨粒子に過酸化水素水等の化学物質を併せた研磨剤（スラリー液）21を用いて、定盤22上に軟質若しくは、粘弾性を有する材料からなる研磨パッド23を取り付け、化学反応を伴う機械研磨によりデバイス面側を微細に研磨して段差を無くし、表面を平坦化するものである。

【0010】この構成において、揺動可能なテーブル24に裏面側から吸着固定された半導体基板25は、そのデバイス面25aを対向し回転する研磨パッド23に押しつけられ、研磨剤21が添加されて研磨され、デバイス面が平坦化される。このCMP技術は、研磨レートが小さいため微細な研磨が可能であり、研磨された面に加工変質を極めてわずかしき与えない特徴がある。

## 【0011】

【発明が解決しようとする課題】前述したCMP技術において、研磨に用いられる研磨パッドの表面は、砥石例えば、ダイヤモンド砥石で削られ、適当な表面荒れが設けられている。この研磨パッドの表面荒れにより、デバイス面上に積層形成された絶縁膜又は金属膜を研磨を行っているが、ダイヤモンド砥石自らの表面も削られるため、表面荒れが削り取られて研磨能力が劣化する。

【0012】そこで、研磨パッドは、予め定めた処理回数（削った量）毎に、その表面を再度、ダイヤモンド砥石で削り直し、適当な表面荒れが保たれるように調整を行っている。

【0013】通常、研磨前のデバイス面は、いわゆる as de po の状態にあり、その膜厚分布は下地の平坦さによ

る影響と、成膜装置の特性に依存する面内膜厚分布の凸凹形状があり、CMP技術において研磨パッドによる研磨を行った場合、研磨後の研磨パッドもこの凸凹形状に依存して平坦な表面の状態が変化する。つまり、膜なりに削れていくのである。

【0014】例えば、図5に示すようなデバイス面では、凸形状の部分25bに押し付けられた研磨パッド部分23bは多く削れ、表面荒れの部分も削り取られる。また、凹形状の部分25cを押し付けられた研磨パッド部分23cはあまり削れないため、表面荒れの部分も残っている。

【0015】この削れ具合の差により、研磨後の研磨パッド表面は、偏った凸凹形状に変化し、且つ研磨パッド内で研磨の能力の差が生じている。従って、このように表面形状が変化していく研磨パッドで、引き続きデバイス面を研磨すると、半導体基板の表面も平坦にならない場合が生じる。

【0016】また従来の研磨パッドの調整は、研磨パッド表面の平坦化維持を考慮したものではなく、単一的な表面荒れを形成すること目的としているため、研磨パッドの表面全体を1つのダイヤモンド砥石で均一的に削るだけであった。

【0017】よって、研磨パッドの表面荒れの均一性を持たせる管理を厳しくして、研磨パッドのパッド面の平坦性を維持させ、研磨された半導体基板のデバイス面の平坦化を維持させるために、研磨パッドの交換回数や調整回数が多くなり、作業効率の低下を招き、結果的にコストアップとなる。

【0018】そこで本発明は、半導体基板のデバイス面の膜厚分布に応じて、研磨パッドのパッド面内を区分して表面荒れの粗さをそれぞれ調整し、研磨面の平坦性と研磨された半導体基板のデバイス面の平坦化を維持させるCMP研磨パッドの調整方法を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、半導体基板の回路素子を形成するデバイス面を平坦化する化学的機械研磨(CMP)装置に用いる研磨パッドの研磨を行うパッド面の調整方法において、前記研磨パッドのパッド面を押し付ける研磨前のデバイス面の膜厚分布に応じて、該パッド面内を区分して、硬度の異なる複数の砥石で、該パッド面の表面荒れを異なる粗さにそれぞれ調整するCMP装置の研磨パッドの調整方法を提供する。

【0020】以上のようなCMP研磨パッドの調整方法は、研磨前の半導体基板のデバイス面の膜厚分布に対応して、硬度が異なる複数の砥石により、デバイス面の膜の研磨量に比例して、そのデバイス面に押し付けられるパッド面の表面荒れが粗くなるように研磨して、パッド面内での研磨量を変化させることにより、研磨される半

導体基板のデバイス面の平坦化を維持する。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。

【0022】まず、本発明によるCMPの研磨パッドの調整方法の概要について説明する。図2(a)には、半導体基板上に回路素子を形成するための絶縁膜や金属膜をCVD(Chemical Vapor Deposition)装置やスパッタリング装置を用いて半導体基板上に形成した場合の膜厚分布の一例を示す。

【0023】この半導体基板1のデバイス面上に堆積された堆積膜2の膜厚分布の形状は、同心円状で、半導体基板1の中心で厚く、エッジ方向に向かい一旦薄くなるが、次第に厚くなり、再度エッジで薄くなる。すなわち、ドーナツ形状の凹みを有した形状である。

【0024】このような膜厚分布を持つ半導体基板をCMP技術により平坦化させる場合、図2(b)に示すように、斜線で示すA領域及びC領域の膜厚が近似し、仮に膜厚mに平坦化するものとする、A領域及びC領域は、研磨量を多くし、B領域は、研磨量を少なくすることにより、効率的に平坦化できる。

【0025】従って、半導体基板1のデバイス面に押し付けられ研磨を行う研磨パッドのパッド面(研磨面)は、膜厚分布と逆の削れ具合の調整が必要となる。つまり後述する図1(c)に示すように、堆積膜の厚いA領域及びC領域に押し付けられるパッド面部分6及びパッド面部分8は、表面荒れを粗くして研磨レートを上げるように調整し、堆積膜が薄く研磨量が少ないB領域に押し付けられるパッド面部分7は、その表面荒れを研磨パッド部分6に比べて、粗くせずに研磨レートを下げるように調整する。

【0026】このような調整を行うためには研磨パッドのパッド面内を区分して、それぞれの表面荒れの粗さに調整する必要がある。

【0027】図1(a)、(b)に示すように、図2(b)に示したような膜厚分布に対応する、少なくとも硬度が異なる2つのダイヤモンド砥石4、5を研磨パッド3の動径方向Oに配置して、研磨パッドのパッド面3aの表面荒れを調整する。少なくともダイヤモンド砥石4は移動可能に備えられている。

【0028】この膜厚分布は、予め成膜装置毎に膜厚分布の形状に関するデータを取って、パーソナルコンピュータ等に記録させておき、研磨の際に読み出して利用してもよいし、その都度、半導体基板のデバイス面の膜厚分布を計測してもよい。

【0029】本実施形態では、図2(b)に示した堆積膜の膜厚分布を例とすると、研磨パッド3は、図1

(c)に示すように半導体基板1のA領域及びC領域を研磨する外周部のパッド面部分6及び中心部のパッド面部分8が、B領域を研磨する内周部のパッド面部分7よ

りも研磨量が多くなるように、表面荒れの粗さを調整する必要がある。

【0030】その調整方法は、ダイヤモンド砥石5に比べて、研磨量が減る硬度のダイヤモンド砥石4を装着してパッド面3aに押し付け、研磨パッド3を回転させて、パッド面3aに表面荒れを形成する。

【0031】本実施形態の研磨パッドの調整方法によれば、CMP装置に装着して、半導体基板のデバイス面の膜厚分布（研磨すべき量）に基づき、研磨量の多い部分ほど粗くなるように調整することにより、パッド面の平坦化を維持し、且つ同じ膜厚分布の傾向を持つデバイス面を研磨する処理回数（研磨量）を増やすことができる。

【0032】また、表面荒れの粗さは、研磨量が研磨剤や研磨機構及び研磨を行う堆積膜の材質や成膜方法により異なるため、経験的に求めて決定する。

【0033】次に図3を参照して、本発明による第2の実施形態としてのCMP研磨パッドの調整方法について説明する。

【0034】前述した第1の実施形態では、硬度が異なる2つのダイヤモンド砥石により、研磨パッドを調整したため、2種類の粗さの表面荒れが形成されたが、図2(b)に示した堆積膜2の膜厚分布で、例えば、C領域の膜厚がA領域の膜厚より、さらに厚かった場合には、C領域の堆積膜の研磨量をA領域よりも多くする必要がある。そこで、図3(a)、(b)に示すように、硬度が異なる3つのダイヤモンド砥石11、12、13を研磨パッド3の動径方向に配置し、研磨パッド3の表面荒れの調整を行う。このダイヤモンド砥石11、12、13の取り付け機構においては、砥石の交換や研磨パッドに対する研磨位置の移動が可能な構成になっているものとする。

【0035】この調整は、図3(c)に示すような半導体基板1の膜厚分布において、堆積膜2を膜厚nに平坦化する際に、C'領域の研磨量qがA'領域の研磨量pよりも2倍程度ある場合など、半導体基板の外周側と中心部の膜厚に差があり、前述した第1の実施形態による硬度が2種類のダイヤモンド砥石では、十分な平坦化が実現されない膜厚分布に好適する。このような調整において、砥石の配置は、ダイヤモンド砥石12、ダイヤモンド砥石11、ダイヤモンド砥石13の順に研磨量が多くなる硬度ものを配置する。

【0036】以上のことから本実施形態は、第1の実施形態に比べて、パッド面内の表面荒れの粗さをさらに微

調整でき、研磨する堆積膜の膜厚分布に依らず、平坦化が実現でき、第1の実施形態と同様な効果が得られる。

【0037】本実施形態では、硬度が異なる2若しくは3個のダイヤモンド砥石を用いて説明したが、これらに限定されるものではなく、半導体基板の径やデバイス面の膜厚分布、膜の材質により、自由に硬度の選択と配置をしてもよく、また、砥石側を回転させてパッド面を押し付け研磨してもよい。

【0038】尚、従来、CMP装置の研磨機構では研磨パッドだけでなく、研磨を施す半導体基板側も回転させ、且つ半導体基板支持体を動径方向に揺動する研磨機構もあり、半導体基板のエッジ側周辺部は、研磨パッドの外周側と内周側とで研磨されるが半導体基板中心部は揺動中心近くで研磨されている。このような研磨機構では、半導体基板の外周側が中心部分よりも、研磨量が多くなっていたが、本実施形態の調整方法を利用して、研磨パッドの表面荒れを調整し、中心部分の研磨量を多くすることにより、この問題を解決できる。

【0039】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、半導体基板のデバイス面の膜厚分布に応じて、研磨パッドのパッド面内を区分して表面荒れの粗さをそれぞれ調整し、研磨面の平坦性と研磨された半導体基板のデバイス面の平坦化を維持させるCMP研磨パッドの調整方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による第1の実施形態としてのCMP研磨パッドの調整方法を実施するための研磨パッドと砥石の配置の構成例を示す図である。

【図2】成膜装置を用いて形成した時の堆積膜の膜厚分布の一例を示す図である。

【図3】本発明による第2の実施形態としてのCMP研磨パッドの調整方法を実施するための研磨パッドと砥石の配置の構成例を示す図である。

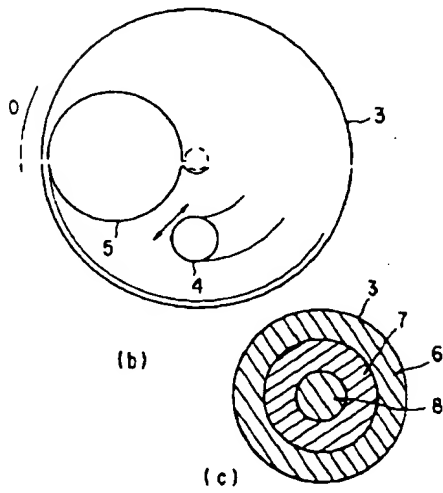
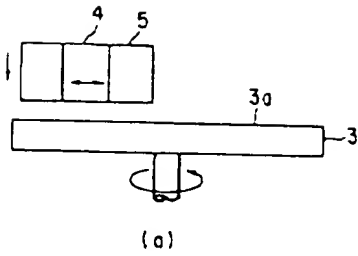
【図4】CMP装置の概略的な構成を示す図である。

【図5】従来の半導体基板と研磨パッドの研磨状態を説明するための図である。

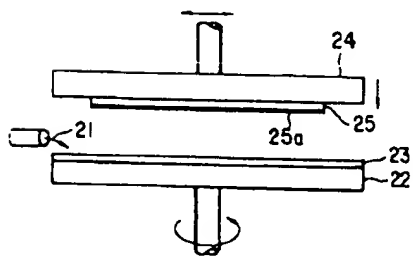
【符号の説明】

- 1…半導体基板
- 2…堆積膜
- 3…研磨パッド
- 3a…パッド面
- 4、5…ダイヤモンド砥石
- 6、7、8…研磨パッド部分

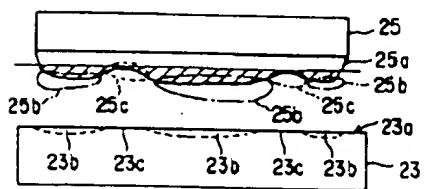
【図1】



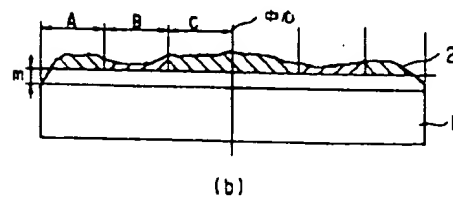
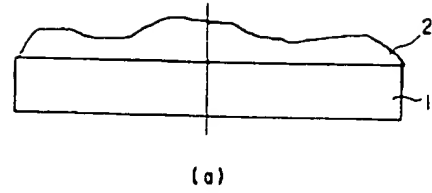
【図4】



【図5】



【図2】



【図3】

